

## 明 細 書

薄肉部品の製造方法、軸受軌道輪、スラストニードルころ軸受、転がり軸受軌道輪の製造方法、転がり軸受軌道輪、および転がり軸受

### 技術分野

[0001] 本発明は、薄肉部品の製造方法、軸受軌道輪、スラストニードルころ軸受、転がり軸受軌道輪の製造方法、転がり軸受軌道輪、および転がり軸受に関するものであり、特に、スラストニードルころ軸受の軌道輪、薄肉軸受軌道輪のように熱処理時に変形が大きくなり易く、また熱処理後の研磨加工も行なわれない薄肉部品の製造方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来、スラストニードル(針状)ころ軸受の軌道輪やシェル型ラジアルニードルころ軸受の軌道輪は、低炭素のSPCC(JIS:冷間圧延鋼板)材や、SCM415材(JIS:クロムモリブデン鋼鋼材)に短時間の浸炭処理を施し、表層の硬度必要部を硬化したものが用いられてきた。また、SK5材(JIS:炭素工具鋼鋼材)のような中～高炭素鋼を全体加熱でずぶ焼入れしたものも作られている。これらはいずれも熱処理に浸炭やバッチ加熱炉を用いていた。

[0003] 一方、一部では高周波加熱での薄肉品の焼入れも行なわれており、これまでに高周波加熱による薄肉品や偏肉部品の焼入れに関しては、下記の特許文献1～4などの技術がある。しかし、これらはいずれも焼入れ時にエアーやガスで冷却し、冷却速度を制御して歪みを抑えたり、厚肉部と薄肉部との焼入れ速度差をなくし、変形を抑えるものであった。

[0004] また、管状部材に関しては拘束を与えながらの焼入れ技術(たとえば特許文献5)もあるが、焼入れは溶液を用いており、金型を拘束と焼入れ媒体との両方に使った技術はなかった。

特許文献1:特開平6-179920号公報

特許文献2:特開平9-302416号公報

特許文献3:特開2001-214213号公報

特許文献4:特開2003-55713号公報

特許文献5:特開平7-216456号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 従来の低炭素のSPCC材やSCM415材に短時間の浸炭処理を施し、表層の硬度必要部を硬化したものでは、素材の加工性は優れるが、熱処理に浸炭を用いるため、オフラインでの熱処理になり、浸炭時の粒界酸化や焼入れ時の反り、変形などによって寿命や強度が安定しない問題があった。
- [0006] また、SK5材のような中～高炭素鋼には素材が高硬度で加工しにくいという問題があり、雰囲気炉での全体加熱―焼入れしたものでは、浸炭と同様、冷却むらによる変形が出る。これらのずぶ焼入れ品に対しては、冷却をゆっくりと均一に行なうこと(たとえば不活性ガスを吹付けて冷却する)などが行なわれているが、変形をなくすことは困難で、反りを少なくするには反り直しのための焼戻しが必要であった。
- [0007] 一方、高周波加熱品でも、高周波加熱―水焼入れの工程時の焼入れ媒体に空気や水を使う以上、いかにゆっくりと冷却しても焼入れ時の変形は避けられず、特に水を使う場合は液の劣化や消耗での液交換が必要であった。
- [0008] 金型による焼入れは高周波加熱と連動させることで反りや変形のない焼き入れが可能であるが、型を冷媒として用いるのではなく、油や水で冷却したり、油焼入れをした後に所定の温度で製品を引き上げて型で拘束する技術が一般的である。
- [0009] それゆえ本発明の目的は、熱処理時(焼入れ時)の反りや変形を抑えることができ、均一で高い硬度を有する薄肉部品の製造方法、軸受軌道輪、スラストニードルころ軸受、転がり軸受軌道輪の製造方法、転がり軸受軌道輪、および転がり軸受を提供するものである。

### 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の薄肉部品の製造方法は、薄肉部品を加熱した後、金型で矯正しながらその金型を薄肉部品の冷却媒体として、薄肉部品に焼入れおよび恒温変態のいずれかの処理を施すことを特徴とするものである。
- [0011] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品を金型で矯正する工程

は、薄肉部品を金型でプレスする工程を含む。

- [0012] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品の焼入れは、金型を焼入れ媒体として行なわれる。
- [0013] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、金型は冷却手段を有し、金型により薄肉部品を連続的に焼入れることができる。
- [0014] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品の酸化を防止した雰囲気中で薄肉部品が焼入れられる。
- [0015] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品を焼入れた後、金型を温度制御媒体として薄肉部品に焼戻し処理が施される。
- [0016] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品を焼入れる工程と、焼戻す工程とにおいて金型が用いられる。
- [0017] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品を焼入れる工程において、金型を用いた薄肉部品の成型加工も同時に行なわれる。
- [0018] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品の加熱は誘導加熱により行われる。
- [0019] 上記の薄肉部品の製造方法において好ましくは、薄肉部品の材質は、炭素を0.4質量%以上含む鋼である。
- [0020] 本発明の軸受軌道輪は、上記のいずれかに記載の方法により製造されたものである。
- [0021] 本発明のスラストニードルころ軸受は、上記に記載の軸受軌道輪を用いたものである。
- [0022] 本発明の転がり軸受軌道輪の製造方法は、上記の薄肉部品の製造方法を用いて、薄肉部品としての転がり軸受の軌道輪を加熱した後、金型でプレスしながら金型を焼入れ媒体として冷却することにより焼入れすることを特徴とするものである。
- [0023] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において好ましくは、転がり軸受軌道輪の加熱は誘導加熱により行われる。
- [0024] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において好ましくは、転がり軸受軌道輪は、炭素を0.4質量%以上含む中炭素鋼である。

- [0025] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において好ましくは、焼入れ時の金型によるプレスの圧力は $2.94\text{N}/\text{cm}^2$ 以上である。
- [0026] 本発明の転がり軸受軌道輪は、上記のいずれかに記載の方法により製造されたことを特徴とするものである。
- [0027] 本発明の転がり軸受は、上記の転がり軸受軌道輪と、転動体とを備えている。
- [0028] 上記の転がり軸受において好ましくは、転がり軸受は、スラストニードル軸受である。

### 発明の効果

- [0029] 本願発明者らは、薄肉部品の製造方法において、薄肉部品を金型でプレスしながらその金型を薄肉部品の冷却媒体として薄肉部品に焼入れおよび恒温変態いずれかの処理を施すことにより、変形や反りがなく、均一な硬度分布をもち、靱性に優れた長寿命の軸受軌道輪を製造できることを見出した。
- [0030] このように本発明の薄肉部品の製造方法によれば、反り・変形を抑えることができるため、薄肉部品を精度よく製作することができる。また、金型を冷却媒体として焼入れおよび恒温変態のいずれかの処理を施すため、衝風や油による焼入れよりも短時間でかつ均一な処理が可能であるとともに、プレス圧力、金型の温度を一定にすることで安定した品質を確保することができる。また、水や油を使わないので、作業環境がクリーンであり、廃液などの環境汚染問題もない。
- [0031] また、薄肉部品の1個1個に焼入れおよび恒温変態のいずれかの処理を施すため、品質管理が行ないやすい。
- [0032] 焼入れを行なう場合には、代表的な中炭素鋼であるS53C (JIS:機械構造用炭素鋼鋼材)などはもちろんであるが、焼入れ硬化しやすい組成の鋼を用いることで、工程中にゆっくりとした焼入れ硬化を行なっても、上記の品質を得ることができる。
- [0033] また、恒温変態の場合には、恒温保持することで変態を生じさせるため、薄肉部品の材質はベイナイト組織になり、マルテンサイト組織に比べて焼入れ歪が少なく、焼き戻しを行わなくても靱性があり、経年寸法変化も抑えられる利点がある。また、焼き戻しを行う必要がないため、転がり軸受軌道輪をピースバイピースで熱処理することができる。また、焼き戻しを行う必要がないため、通常の焼入れ・焼き戻しを1回の工

程で終了でき、生産工程が省略できる。また、下部ベイナイトを生じさせることにより硬度も高くすることができる。

- [0034] 上記の薄肉部品の製造方法において、薄肉部品の加熱を誘導加熱により行なうことにより、安価な高周波用材料(機械構造用鋼)が適用でき、寿命も安定している。また、誘導加熱により加熱するため、短時間で加熱でき、粒界酸化や脱炭などの表面異常層ができない。また、誘導加熱により加熱するため、焼入れ条件やコイル形状を変えて、部分的に非焼入れ部あるいは非恒温変態部を作ることができるので、熱処理後に曲げ加工が必要な製品にも適用できる。
- [0035] 上記の薄肉部品の製造方法において、薄肉部品が炭素を0.4質量%以上含む中炭素鋼であることにより、十分な硬度を得ることができる。
- [0036] 上記の薄肉部品を用いることにより、寿命や強度の安定した軸受軌道輪およびそれを用いたスラストニードルころ軸受を得ることができる。
- [0037] 本願発明者らは、転がり軸受軌道輪の製造方法において、転がり軸受の軌道輪を金型でプレスしながらその金型を焼入れ媒体として冷却して焼入れすることにより、均一な硬度分布をもち、表層面に酸化や脱炭などの欠陥がなく、反り・変形も非常に少ない、長寿命の軸受軌道輪を製造できることを見出した。この場合、代表的な中炭素鋼であるS53C(JIS:機械構造用炭素鋼鋼材)などはもちろんであるが、焼入れ硬化しやすい組成の鋼を用いることで、工程中にゆっくりとした焼入れ硬化を行なっても、上記の品質を得ることができた。
- [0038] このように本発明の転がり軸受軌道輪の製造方法によれば、反り・変形を抑えることができるため、薄肉の軸受軌道輪を精度よく製作することができる。また、金型を焼入れ媒体として焼入れを行うため、衝風や油による焼入れよりも短時間でかつ均一な焼入れが可能であるとともに、プレス圧力、金型の温度を一定にすることで安定した品質を確保することができる。また、水や油を使わないので、作業環境がクリーンであり、廃液などの環境汚染問題もない。
- [0039] また、1個1個の焼入れのため、品質管理が行ないやすい。
- [0040] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において、転がり軸受軌道輪の加熱を誘導加熱により行なうことにより、安価な高周波用材料(機械構造用鋼)が適用でき、寿命

も安定している。また、誘導加熱により加熱するため、短時間で加熱でき、粒界酸化や脱炭などの表面異常層ができない。また、誘導加熱により加熱するため、焼入れ条件やコイル形状を変えて、部分的に非焼入れ部を作ることができるので、熱処理後に曲げ加工が必要な製品にも適用できる。

[0041] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において、転がり軸受軌道輪が炭素を0.4質量%以上含む中炭素鋼であることにより、十分な硬度を得ることができる。

[0042] 上記の転がり軸受軌道輪の製造方法において、焼入れ時の金型によるプレス圧力を $2.94\text{N}/\text{cm}^2$ 以上とすることにより、反り・変形を効果的に抑えることができる。

[0043] 上記の転がり軸受軌道輪を用いることにより、寿命や強度の安定した転がり軸受、たとえばスラストニードルころ軸受を得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明の一実施の形態における薄肉部品の製造方法において転がり軸受軌道輪を加熱する工程を示す概略断面図である。

[図2]本発明の一実施の形態における薄肉部品の製造方法において転がり軸受軌道輪を焼入れおよび恒温変態のいずれかの処理を施す工程を示す概略断面図である。

[図3]本発明の一実施の形態における転がり軸受軌道輪を用いたスラストニードルころ軸受の構成を示す概略断面図である。

[図4]本発明の一実施の形態における転がり軸受軌道輪を用いたシェル型ラジアルニードルころ軸受の構成を示す概略断面図である。

[図5]外輪内に複数の保持器付きころが配置されたシェル型ラジアルニードルころ軸受の構成を示す概略断面図である。

#### 符号の説明

[0045] 1 薄肉部品(転がり軸受軌道輪)、2 転動体、3 保持器、4 保持器付きころ、6、7 鏝部、10 回転テーブル、10a 断熱材、11 加熱コイル、12a、12b 金型、13 重り。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0046] 以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

- [0047] 図1および図2は、本発明の一実施の形態における薄肉部品の製造方法を工程順に示す概略断面図である。まず、素材として、所定の組成を有する鋼、たとえば0.4質量%以上の炭素を含む中炭素鋼が準備される。その鋼がたとえば板材の打ち抜き、切削などの加工を施されて、薄肉部品の一例として転がり軸受軌道輪の形状とされる。なお、本実施の形態において薄肉部品とは、具体的には3mmまでの厚さのものとする。
- [0048] 図1を参照して、軸受軌道輪1が回転テーブル10の断熱材10a上に載置されて、たとえば加熱コイル11により誘導加熱される。この際、軸受軌道輪1は回転テーブル10により回転される。
- [0049] 図2を参照して、所定温度に加熱された軸受軌道輪1は、金型12aと12bとに挟まれ、かつ金型12b上に重り13が載せられる。これにより、軸受軌道輪1が、たとえば $2.94\text{N}/\text{cm}^2$  ( $0.3\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) 以上のプレス圧力で、金型12a、12bでプレス(矯正)されながら金型12a、12bを冷却媒体として焼入れ処理または恒温変態処理が施される。つまり、金型12a、12bは、軸受軌道輪1を拘束するとともに、軸受軌道輪1の焼入れにおける焼入れ媒体、または恒温変態における恒温変態媒体となる。
- [0050] 軸受軌道輪1の焼入れ後には、軸受軌道輪1を金型12aと12bとで拘束した状態で焼戻しが施されてもよい。この場合、金型12aと12bは、軸受軌道輪1の焼戻しにおける焼戻し媒体となる。
- [0051] 上記の方法により、均一な硬度分布をもち、表層面に酸化や脱炭などの欠陥がなく、反り・変形も非常に少ない、長寿命の軸受軌道輪1を製造することができる。
- [0052] このようにして製造された転がり軸受軌道輪1では、エアーやガスを焼入れ媒体として製造された従来の軸受軌道輪と比較して、平面度が低く揃い、かつ硬さも安定している。
- [0053] なお、軸受軌道輪1に焼入れを施す場合には、金型12a、12bを焼入れ媒体とするために、軸受軌道輪1に比べて金型12a、12bの熱容量を相当程度大きくする方法がある。たとえば、軸受軌道輪1の温度を $900^{\circ}\text{C}$ 下げるのに金型12a、12bの温度上昇を $5^{\circ}\text{C}$ 以下に抑えるためには、金型12a、12bの熱容量は軸受軌道輪1の熱容量の180倍以上とする必要がある。軸受軌道輪1は上下の金型12aと12bとにより挟ま

れるため、上下の金型12a、12bのいずれか一方の熱容量は軸受軌道輪1の熱容量の90倍以上とする必要がある。このため、仮に軸受軌道輪1と金型12a、12bとが同じ材質(たとえば鋼)からなり同じ比熱を有する場合には、上下の金型12a、12bのいずれか一方の質量は軸受軌道輪1の質量の90倍以上とする必要がある。金型の中に熱容量の大きい、例えば水を流せば金型そのものは小さくすることが出来る。

[0054] また、短時間であっても加熱・焼入れが空気中で行なわれると薄肉部品が酸化し、酸化膜の形成が生じたり、脱炭によって表面硬度が低下したり、トランスタイトの析出が生じたりする。スラストニードルころ軸受の軌道輪のような熱処理後に機械加工での仕上げ(研磨、超仕上げ)を行なわないものでは、酸化・脱炭を抑える熱処理(焼入れ)が必要であるが、このような熱処理としては雰囲気の不活性ガスを用いることで対応できる。

[0055] 本実施の形態のように型を冷却媒体とする焼入れまたは恒温変態はピースバイピースの熱処理となるので、従来のように熱処理工程を生産ラインから外す必要がなく、機械加工の生産ラインの中に組み込むことができる。さらに、焼戻しも高周波誘導加熱や金型でプレスしながら高周波加熱(高周波プレステンパ)で行なうと、素材投入から製品完成までの全体をライン化できる利点がある。

[0056] 処理速度を高めるためには、金型内部やプレス面を絶えず水、油、空気などで冷却しながら焼入れを行なうことで効率のよい連続焼入れが可能である。このため、金型に水、油、空気などの媒体を通す冷却手段を設けることが好ましい。

[0057] なお、後述する実施例では厚さ1mmの板材で試験したが、プレス時の圧力を高めれば、金型による冷却速度で焼入れ硬化させるための肉厚は限定されてくるものの、本発明の方法を厚板(厚みが5mm〜6mmの板)にも適用することができる。

[0058] また、フランジや鏢などの成型加工は、金型の形状やプレス圧力を制御することで、焼入れ時に同時に行なうことができる。

[0059] 上記のような方法で製造された軸受軌道輪1を用いて、たとえば図3に示すようなスラストニードルころ軸受を製造することができる。このスラストニードルころ軸受は、1対の軸受軌道輪1と、この1対の軸受軌道輪1間に配置された複数の転動体(ニードルころ)2と、複数の転動体2を転動可能に保持するための保持器3とを有している。



[0060] また、上記のような方法で製造された軸受軌道輪1を用いて、たとえば図4に示すようなシェル型ラジアルニードルころ軸受を製造することもできる。このシェル型ラジアルニードルころ軸受は、軸受軌道輪1である円筒状の外輪1と、この外輪1の内周側に配置された保持器付きころ4とを有している。保持器付きころ4は、複数の転動体(ニードルころ)2と、複数の転動体2を転動可能に保持するための保持器3とを有している。なお、外輪1の両端部には、鏝部6、7が設けられているが、この鏝部6、7のいずれか一方または両方がなくてもよい。また、図5に示すように1つの外輪1の内周側に複数(たとえば2つ)の保持器付きころ4が配置されていてもよい。

[0061] なお、図4または図5に示す軸受軌道輪1は円筒状の外輪1であるため、この外輪1の焼入れ時に用いる冷却金型は図2の金型12a、12bとは異なる形状、たとえば円筒形状などにする必要がある。

[0062] 上記においては薄肉部品がスラストニードルころ軸受の軸受軌道輪である場合について説明したが、これに限定されるものではなく、摩耗されるところに用いられるワッシャや、板バネであってもよい。

### 実施例

[0063] 以下、本発明の実施例について説明する。

[0064] (実施例1)

素材として、中炭素鋼S53Cを用い、内径60mm、外径85mm、肉厚1mmの外形を有するスラストニードルころ軸受軌道輪(NTN品名:AS1112)を板材からの打ち抜きにより製作した。

[0065] 高周波誘導加熱装置(80kHz)を用い、上記軌道輪を回転させながら、片幅面に近接した誘導コイルに所定の電流を流して誘導加熱した(図1)。この場合、全体が均一温度(約900℃)になるようにゆっくりと加熱した。その後、軌道輪に比べ相当大きい熱容量を持つ鉄製の上下プレス型中に軌道輪をセットし、直ちにプレスにより所定圧力で押し付けるとともに、プレスによる型冷却で軌道輪を変態硬化させた(図2)。変態硬化時の型温度、型での拘束時間を種々に振り、硬度とマイクロ組織との関係を調べた。

[0066] 表1に、型温度および型による拘束時間(保持時間)と、プレス圧力、反り変形、熱

処理後の硬度およびマイクロ組織との関係を示す。

[0067] また、表1には、高周波加熱後に水焼入れしたサンプルと、全体的に加熱した後に衝風焼入れしたサンプルと、高周波加熱後に空冷したサンプルとの反り変形、熱処理後の硬度およびマイクロ組織との関係も併せて示す。

[0068] [表1]

表1 サンプルの熱処理後の品質

	鋼種	プレス冷却または焼入		プレス圧力 (N/cm <sup>2</sup> )	反り変形 ( $\mu$ m)	硬度 (HV)	組織
		型温度	保持時間				
本 発 明 例	S53C	250	1分	2.94	16	745	TM+LB
		300	1分	2.94	18	730	TM+LB
		320	1分	2.94	18	685	LB
		300	5分	2.94	18	710	LB
		300	30秒	2.94	19	730	TM+LB
		30	1分	2.94	20	750	M
比 較 例	S53C	高周波加熱後水焼入		プレスなし	>250	740	M
		全体加熱後衝風焼入		プレスなし	48	710	M
		高周波加熱後空冷		プレスなし	29	510	T

組織：TMは焼戻しマルテンサイト、LBは下部ベイナイト、Mは焼入れマルテンサイト、Tはトラスサイト

[0069] 表1の結果より、本発明例のようにプレス圧力を2.94N/cm<sup>2</sup>(0.3kgf/cm<sup>2</sup>)としたとき、型温度を250℃以上320℃以下にするとともに、型による拘束時間(保持時間)を30秒以上5分以下にすることにより、恒温変態が生じて下部ベイナイトを有する組織が得られることがわかる。また本発明例の下部ベイナイトを有する組織において、反り変形が19 $\mu$ m以下になるとともに、ビッカース硬度HV685以上になることがわかる。また本発明例の一部においては、焼戻しを行っていないにもかかわらず、焼き戻しを行った際に見られる焼き戻しマルテンサイトと同様の組織が観察された。

[0070] また、本発明例のように型温度を30℃、型による拘束時間(保持時間)を1分として連続冷却させた場合には、マルテンサイト変態が生じて焼入れマルテンサイトを有する組織が得られることがわかる。また、このサンプルにおいては、反り変形が20 $\mu$ m、ビッカース硬度HVが750になることがわかる。

[0071] 以上より、本発明例のすべてのサンプルでは、反り変形が20 $\mu$ m以下になるととも

に、ビッカース硬度HV685以上になることがわかる。

[0072] 一方、比較例のサンプルでは反り変形が $20\mu\text{m}$ より大きくなったり、HV685以上のビッカース硬度が得られない材質であった。

[0073] また、これらの軸受軌道輪の代表について、表2の条件で寿命評価を行った結果を表3に示す。

[0074] [表2]

表2 スラスト軸受寿命試験条件

軌道輪	NTN 品名 AS1112( $\phi 60 \times \phi 85 \times t1$ )
保持器、ころ	NTN 品名 AXK1112 のころ半数(24 本)
回転数	5000rpm
軸受荷重	9.8kN
潤滑油	VG10
油膜パラメータ	0.101
計算寿命	11.3h(油膜パラメータ考慮)
試験数	6 個

[0075] [表3]

表3 サンプルの寿命試験結果

	鋼種	熱処理	プレス冷却または焼入		寿命試験結果	
			型温度	保持時間	L10(h)	L10 比
本 発 明 例	S53C	高周波加熱	250	1 分	19.3	1.2
			300	1 分	16.5	1.0
			320	1 分	15.2	1.0
			300	5 分	16.9	1.1
			300	30 秒	17.2	1.1
			30	1 分	15.8	1.0
比 較 例	S53C	高周波加熱後水焼入	プレスなし		変形大試験できず	
		全体加熱後衝風焼入	プレスなし		L10=11.9h	
		高周波加熱後空冷	プレスなし		低硬度で試験できず	

[0076] ここで、本発明例の恒温変態の軌道輪はその一部あるいは全体を恒温変態させているので、焼き戻しは行っていない。

[0077] 本発明例の連続冷却焼入れでマルテンサイト変態させたものは、 $150^{\circ}\text{C} \times 120$ 分

の焼き戻しを行った。試験は希薄な潤滑条件での試験である。

[0078] 表3の結果より、本発明例サンプルでは、L10寿命が15.2時間以上と長くなっていることがわかる。また、通常の高周波加熱後に水焼入れした比較例のサンプルでは変形が大きく試験できない精度であった。また、全体加熱後に衝風焼入れした比較例のサンプルではL10寿命が11.9時間と短くなった。また、薄肉部材といえども、高周波加熱後に空冷した比較例のサンプルでは焼入れ硬化していなかった。

[0079] 上記の結果より、本方法により得られた軌道輪(本発明例)では、比較例よりも反り変形を抑えられ、硬度を高くでき、かつ寿命を長くすることができる。

[0080] (実施例2)

素材として、中炭素鋼S53Cと、焼入れ特性を改善し、ゆっくりとした冷却で十分な硬度が得られる組成の鋼(0.7質量% C-1.0質量% Si-0.6質量% Mn-1.5質量% Cr-0.3質量% Mo)とを用いた。

[0081] これらの素材より内径60mm、外径85mm、肉厚1mmの外形を有するスラストニードル軸受軌道輪(NTN品名:AS1112)を旋削により製作した。

[0082] 高周波誘導加熱装置(80kHz)を用い、上記軌道輪を回転させながら、片幅面に近接した誘導コイルに所定の電流を流して誘導加熱した(図1)。この場合、全体が均一温度(約900℃)になるようにゆっくりと加熱した。その後、軌道輪に比べ相当大きい熱容量を持つ鉄製の上下プレス型中に軌道輪をセットし、直ちにプレスにより所定圧力で押え付けるとともに、プレスによる型冷却で軌道輪を焼入れ硬化させた(図2)。この場合、プレス圧力は約2.94N/cm<sup>2</sup>以上とすることで、焼入れ硬化時の変形・反りを防止できた。焼入れ硬化に必要な時間(常温までの冷却時間)は約2秒であった。また、今回用いた上下プレス型の片側のプレス型の質量は最も軽いもので3.4kgであり、軌道輪の質量が22gであったため、片側のプレス型の熱容量は軌道輪の熱容量の約150倍程度であった。

[0083] 表4はこれまでの種々の材質品の変形状況と、今回行なった実験での変形状況を示す。

[0084] [表4]

サンプルの熱処理後の品質

	鋼種	熱処理	焼入	プレス圧力 (N/cm <sup>2</sup> )	反り変形 ( $\mu$ m)	硬度 (HV)
本発明例	S53C	高周波加熱	プレス焼入	0.98	47	730
		高周波加熱	プレス焼入	2.94	20	760
		高周波加熱	プレス焼入	9.80	19	770
	0.7%C 鋼	高周波加熱	プレス焼入	0.98	75	750
		高周波加熱	プレス焼入	2.94	52	780
		高周波加熱	プレス焼入	9.80	48	775
比較例	S53C	高周波加熱	水焼入	プレスなし	690	740
	SCr 415	浸炭	油焼入		830	730
	SPCC	浸炭	油焼入		715	730
	SK5	全体加熱	油焼入		650	760
	SCr 415	浸炭	衝風焼入		99	730
	SK5	全体加熱	衝風焼入		78	750

[0085] 表4の結果より、従来の衝風焼入れ品では反りが少ないが、本方法での変形・反りは鋼種によらず、衝風焼入れ品より少ないレベルにある。したがって熱処理後の変形修正や反り直しが不要である。プレス圧力を所定値以上にすることで、変形を一定値以下に抑えることができた。なお、本焼入れは水溶性の冷却剤や油を使った焼入れではないので、焼入れ機構周辺をクリーンな環境にでき、使用済みの廃液処理などもなくすることができる。

[0086] 試験軌道輪は上記の焼入れ後、150℃で2時間の焼戻しを施し、表面を仕上げ加工したもので寿命評価した。試験は希薄な潤滑条件での試験である。これらの軌道輪の転動寿命試験条件は表2に示す条件と同じとした。また試験結果を表5に示す。

[0087] [表5]

サンプルの寿命試験結果

	鋼種	熱処理	焼入	ﾌﾟﾚｽ圧力 (N/cm <sup>2</sup> )	L10 寿命 (h:時間)	寿命比
本発明例	S53C	高周波加熱	ﾌﾟﾚｽ焼入	2.94	15.8	1.0
		高周波加熱	ﾌﾟﾚｽ焼入	9.80	17.7	1.1
	0.7%C 鋼	高周波加熱	ﾌﾟﾚｽ焼入	2.94	25.6	1.6
		高周波加熱	ﾌﾟﾚｽ焼入	9.80	27.9	1.8
比較例	S53C	高周波加熱	水焼入	ﾌﾟﾚｽなし	反りが大きく 試験できず	
	SCr 415	浸炭	油焼入			
	SPCC	浸炭	油焼入			
	SK5	全体加熱	油焼入			
	SCr 415	浸炭	衝風焼入	ﾌﾟﾚｽなし	15.9	1.0
	SK5	全体加熱	衝風焼入		13.8	0.9

[0088] 表5の結果より、反り変形の少ない本方法での軌道輪はS53Cでも従来の浸炭品レベルの寿命であり、0.7質量%C鋼では浸炭鋼よりも長寿命が得られた。これはS53Cに比べ、Cが多いために高硬度が得られやすく、Si、Mo、Crが多いことも長寿命に影響した結果と考えられる。また、今回の形状のような薄肉レースは、油や水でのフリー焼入れでは著しく反り変形が大きく、寿命試験はできなかった。

[0089] 上記の結果より、本方法により得られた軌道輪(本発明例)では、比較例よりも反り変形を抑えられ、かつ寿命を長くすることができる。

[0090] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 産業上の利用可能性

[0091] 本発明の薄肉部品の製造方法は、スラストニードルころ軸受の軌道輪、薄肉軸受軌道輪のように熱処理時に変形が大きくなり易く、また熱処理後の研磨加工も行なわれない薄肉部品の製造方法に有利に適用される。

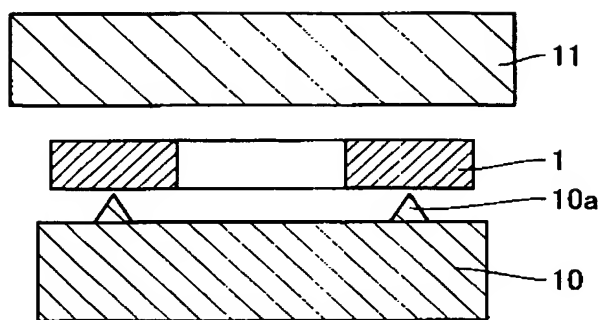
## 請求の範囲

- [1] 薄肉部品(1)を加熱した後、金型(12a、12b)で矯正しながら前記金型(12a、12b)を前記薄肉部品(1)の冷却媒体として、前記薄肉部品(1)に焼入れおよび恒温変態のいずれかの処理を施すことを特徴とする、薄肉部品の製造方法。
- [2] 前記薄肉部品(1)を前記金型(12a、12b)で矯正する工程は、前記薄肉部品(1)を前記金型(12a、12b)でプレスする工程を含むことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [3] 前記薄肉部品(1)の前記焼入れは、前記金型(12a、12b)を焼入れ媒体として行なわれることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [4] 前記金型(12a、12b)に冷却手段を有し、前記金型(12a、12b)により前記薄肉部品(1)を連続的に焼入れできることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [5] 前記薄肉部品(1)の酸化を防止した雰囲気中で前記薄肉部品(1)を焼入れることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [6] 前記薄肉部品(1)を焼入れた後、前記金型(12a、12b)を温度制御媒体として前記薄肉部品(1)を焼戻すことを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [7] 前記薄肉部品(1)を焼入れる工程と、焼戻す工程との双方において前記金型(12a、12b)を用いることを特徴とする、請求の範囲第6項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [8] 前記薄肉部品(1)を焼入れる工程において、前記金型(12a、12b)を用いた前記薄肉部品(1)の成型加工も同時に行なわれることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [9] 前記薄肉部品(1)の前記加熱は誘導加熱により行われることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [10] 前記薄肉部品(1)の材質は、炭素を0.4質量%以上含む鋼であることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載の薄肉部品の製造方法。
- [11] 請求の範囲第1項に記載の方法により製造されたことを特徴とする、軸受軌道輪。

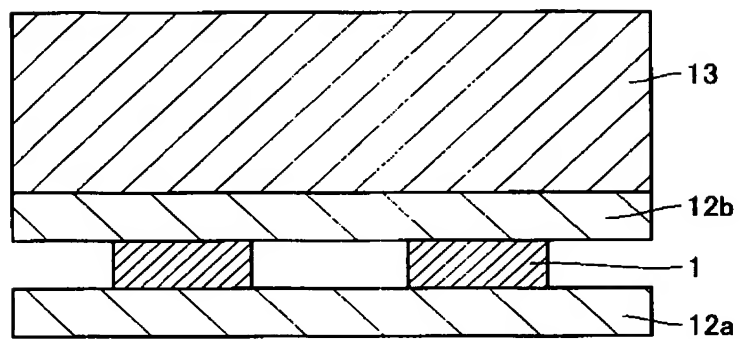
- [12] 請求の範囲第11項に記載の前記軸受軌道輪(1)を用いたことを特徴とする、スラストニードルころ軸受。
- [13] 請求の範囲第1項に記載の薄肉部品(1)の製造方法を用いて、前記薄肉部品(1)としての転がり軸受の軌道輪を加熱した後、前記金型(12a、12b)でプレスしながら前記金型(12a、12b)を焼入れ媒体として冷却することにより焼入れすることを特徴とする、転がり軸受軌道輪の製造方法。
- [14] 前記転がり軸受軌道輪(1)の前記加熱は誘導加熱により行われることを特徴とする、請求の範囲第13項に記載の転がり軸受軌道輪の製造方法。
- [15] 前記転がり軸受軌道輪(1)は、炭素を0.4質量%以上含む中炭素鋼であることを特徴とする、請求の範囲第13項に記載の転がり軸受軌道輪の製造方法。
- [16] 前記焼入れ時の前記金型(12a、12b)によるプレスの圧力は $2.94\text{N}/\text{cm}^2$ 以上であることを特徴とする、請求の範囲第13項に記載の転がり軸受軌道輪の製造方法。
- [17] 請求の範囲第13項に記載の方法により製造されたことを特徴とする、転がり軸受軌道輪。
- [18] 請求の範囲第17項に記載の前記転がり軸受軌道輪(1)と、転動体(2)とを備えた、転がり軸受。
- [19] 前記転がり軸受は、スラストニードルころ軸受であることを特徴とする、請求の範囲第18項に記載の転がり軸受。



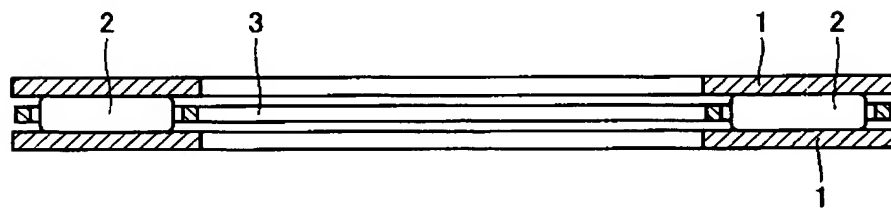
[図1]



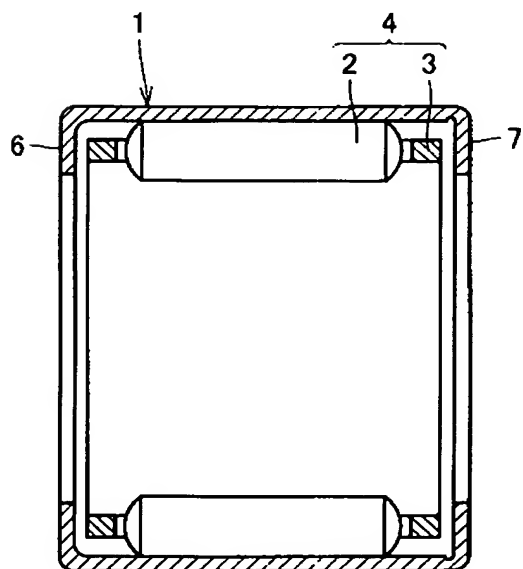
[図2]



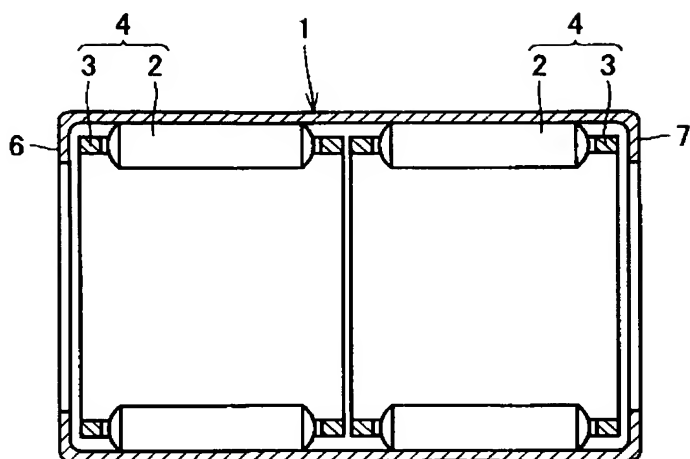
[図3]



[図4]



[図5]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014501

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C21D9/40, C21D1/18, F16C33/64, F16C19/30, F16C19/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C21D9/40, C21D1/18, F16C33/64, F16C19/30, F16C19/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, ELSEVIER, JOIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-296214 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 18 November, 1997 (18.11.97), Claims; Par. Nos. [0018], [0029] to [0031]; mode for carrying out the invention (Family: none)	1-4, 8, 10 5-7, 9, 11-13, 15-19
X Y	JP 2003-231915 A (JFE Suchiru Kabushiki Kaisha), 19 August, 2003 (19.08.03), Claims; Par. Nos. [0001], [0010], [0011], [0024] to [0030] (Family: none)	1-5, 8, 9 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 November, 2004 (30.11.04)

Date of mailing of the international search report  
14 December, 2004 (14.12.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014501

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 96/06194 A1 (NSK Ltd.), 29 February, 1996 (29.02.96), Claims; Technical Field; examples & GB 2297766 A & US 6093268 A & US 6248287 B1	6, 7
Y	JP 11-29821 A (NTN Corp.), 02 February, 1999 (02.02.99), Par. Nos. [0002] to [0004], [0015] & DE 19829825 A1 & JP 11-21631 A1 & US 6149860 A	11-19
A	JP 2002-139067 A (NSK Ltd.), 17 May, 2002 (17.05.02), Par. No. [0006] (Family: none)	11-19

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C21D9/40, C21D1/18,  
F16C33/64, F16C19/30, F16C19/48

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C21D9/40, C21D1/18,  
F16C33/64, F16C19/30, F16C19/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI  
ELSEVIER  
JOIS

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 9-296214 A (アイシン精機株式会社) 1997. 11. 18,	1-4, 8, 10
Y	特許請求の範囲, 0018, 0029-0031, 発明の実施の形態 (ファミリーなし)	5-7, 9, 11-13, 15-19
X	JP 2003-231915 A (JFEスチール株式会社) 2003. 08. 19,	1-5, 8, 9
Y	特許請求の範囲, 0001, 0010, 0011, 0024-0030 (ファミリーなし)	14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30. 11. 2004

国際調査報告の発送日

14.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 陽一

4 K

3557

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 96/06194 A1 (日本精工株式会社) 1996. 02. 29, 請求の範囲, 技術分野, 実施例 &GB 2297766 A&US 6093268 A &US 6248287 B1	6, 7
Y	JP 11-29821 A (エヌティエヌ株式会社) 1999. 02. 02, 0002-0004, 0015 &DE 19829825 A1&JP 11-21631 A1 &US 6149860 A	11-19
A	JP 2002-139067 A (日本精工株式会社) 2002. 05. 17, 0006 (ファミリーなし)	11-19